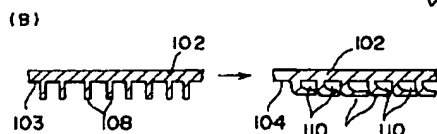
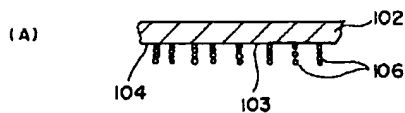
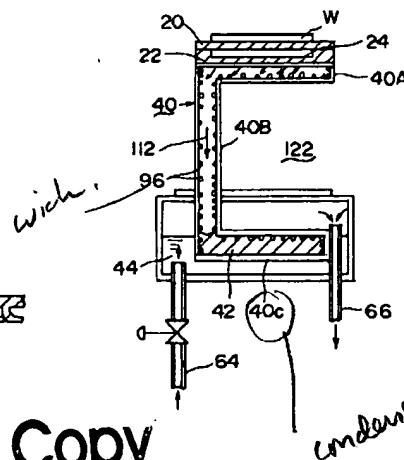


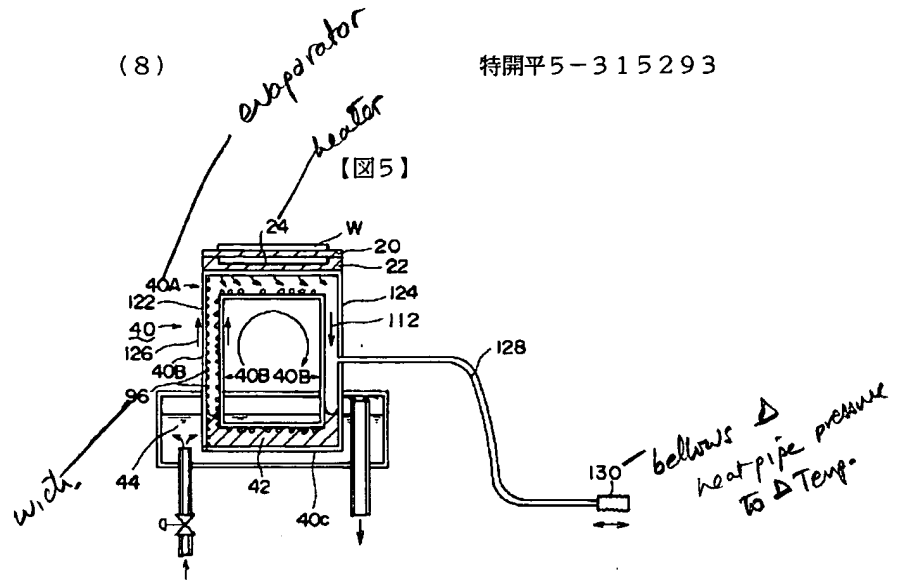
【図3】



【図4】



Best Available Copy



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-315293

(43)公開日 平成5年(1993)11月26日

| (51)Int.Cl. <sup>5</sup> | 識別記号 | 庁内整理番号  | F I | 技術表示箇所 |
|--------------------------|------|---------|-----|--------|
| H 0 1 L 21/302           | B    | 8518-4M |     |        |
| 21/68                    | N    | 8418-4M |     |        |

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 8 頁)

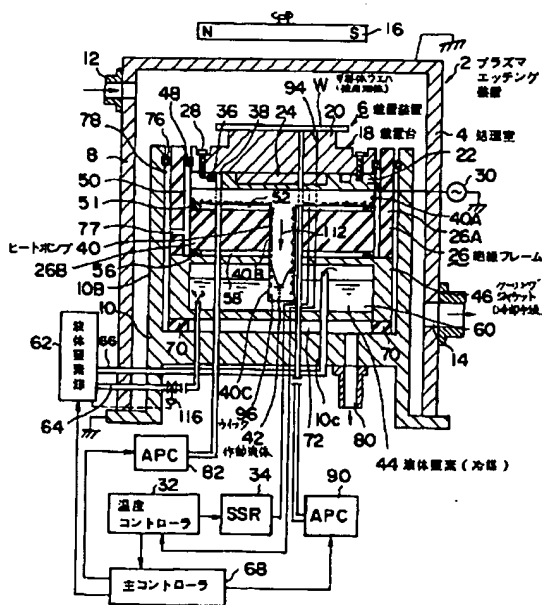
|          |                      |         |   |
|----------|----------------------|---------|---|
| (21)出願番号 | 特願平4-140139          | (71)出願人 | 000219967<br>東京エレクトロン株式会社<br>東京都新宿区西新宿 2 丁目 3 番 1 号 |
| (22)出願日  | 平成 4 年(1992) 5 月 2 日 | (72)発明者 | 小美野 光明<br>東京都新宿区西新宿 2 丁目 3 番 1 号 東京<br>エレクトロン株式会社内  |
|          |                      | (74)代理人 | 弁理士 浅井 章弘 (外 1 名)                                   |

(54)【発明の名称】 被処理体の載置装置

(57) 【要約】

【目的】 ヒートパイプを用いることにより伝熱性を高める。

【構成】 被処理体Wを載置する載置台18と冷媒44を収容する冷却手段46との間にヒートパイプ40を形成する。これにより、このヒートパイプ40内の作動流体42の作用により上記被処理体Wに冷媒44の冷熱を応答性良く供給する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被処理体を載置する載置台と、一端が前記載置台に接触されて、内部に前記被処理体の温熱を他端に運ぶための作動流体が充填されたヒートパイプと、前記ヒートパイプの他端に接触されて、前記運ばれた温熱を排出する冷媒を有する冷却手段とを備えたことを特徴とする被処理体の載置装置。

【請求項2】 前記載置台と前記冷却手段との間には高周波絶縁部材が形成されることを特徴とする請求項1記載の被処理体の載置装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、被処理体の載置装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】一般に、半導体製造工程の一部の工程を行う装置として、減圧下において被処理体であるウエハ等を活性プラズマを利用してエッチングするプラズマエッチング装置が知られている。この種のエッチングは、ガスプラズマ中のイオンがウエハ表面に垂直に入射することによってマスクに垂直なパターンを加工する方法であるが、ガスプラズマ中に任意方向からウエハに入射するラジカルも存在するためにサイドエッチングを生ずる場合がある。このサイドエッチングを防止するために、これまではエッチング条件を最適化するためにエッチングガスの選択、混合ガスの選択、低ガス圧力化等を行ってきた。

【0003】しかし、これらの方法ではラジカル数の減少とイオンエネルギーの増加によっているために、エッチング速度が低下して処理に長時間を要したり、或いはフォトレジストとの選択比が低下して耐ドライエッチング性マスクを形成する工程が必要となる等の問題が起きている。すなわち、高い異方性と高いエッチング速度と高い選択性を同時に満たすことは難しく、いずれかを犠牲にしたエッチングになっていた。このような状況下で、ウエハ温度を低温に維持した状態でエッチング処理を施す低温ドライエッチングが登場した。この種の低温ドライエッチングにおいては、被処理体を載置固定する載置装置に冷却手段を設けておき、載置したウエハを冷却するようにになっている。現状ではウエハ冷却の設定温度は-60℃～-100℃程度であるが、今後ますますウエハの低温処理化が進み、例えば-150℃もの低温に設定することも予想されている。このような高冷却を行うには、熱伝達ロスをも考慮して、例えば-196℃の低温を維持できる液体窒素等を冷却媒体として用いることが必要となる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、冷却媒体として例えば液体窒素等を用いる場合には、ウエハの載置台の下方に冷却媒体を収容する収容部を設け、これから

の冷熱によりウエハを冷却するように構成するのが一般的であるが、ウエハの載置台の下部には、高周波の影響を断つための絶縁材やウエハの受け渡し等を行うときに載置台の上下方向へ出沒するプッシュピンや各種の測定系を設ける必要があるために上記冷却媒体の収容部は載置台から離間させて設置せざるを得ない。この場合、比較的熱伝導性の良好な材料を載置台と冷却媒体の収容部との間に介在させてはいるが、それでも上記絶縁材等の熱抵抗は比較的大きく、ウエハ自体を十分に冷却できないのみならず、ウエハ自体の温度制御性も十分ではないという改善点を有していた。更には、上述のような介在物が存在するために、ウエハの断面均熱性が良好でないという改善点も有していた。本発明は、以上のような問題点に着目し、これを有効に解決すべく創案されたものである。本発明の目的はヒートパイプを用いることにより伝熱性を高めた被処理体の載置装置を提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記問題点を解決するために、被処理体を載置する載置台と、一端が前記載置台に接触されて、内部に前記被処理体の温熱を他端に運ぶための作動流体が充填されたヒートパイプと、前記ヒートパイプの他端に接触されて、前記運ばれた温熱を排出する冷媒を有する冷却手段とを備えるようにしたものである。

## 【0006】

【作用】本発明は、以上のように構成したので、載置台上に載置固定された被処理体は、内部に作動流体を充填したヒートパイプの一端に接触されると共にこのヒートパイプの他端は冷却手段の冷媒に接触されているので、作動流体の蒸発により上記被処理体の温熱が奪われてこれを冷却し、作動流体の蒸気は他端の冷媒により冷却されて再凝縮し、再度液体となる。このように、ヒートパイプ中の作動流体が蒸発・凝縮を繰り返して循環することにより被処理体の温熱が冷却手段側へ運ばれて、被処理体を効率的に冷却することになる。

## 【0007】

【実施例】以下に、本発明に係る被処理体の載置装置の一実施例を添付図面に基づいて詳述する。図1は本発明の被処理体の載置装置を適用したプラズマエッチング装置を示す断面図、図2は図1に示すプラズマエッチング装置内の被処理体の載置装置を示す断面図である。本実施例においては、被処理体の載置装置をプラズマエッチング装置へ適用した場合について説明する。

【0008】まず、プラズマエッチング装置2のウエハローディングポート及びウエハアンローディングポート（図示せず）はロードロック室（図示せず）に接続されており、各ロードロック室との間はゲートバルブ（図示せず）により開閉可能になされている。そして、各ロードロック室及びゲートバルブを介して被処理体である半

導体ウエハWをプラズマエッチング装置2の処理室4内へ導入したり、或いはこれより排出し得るように構成されており、この処理室4内に本発明の特長とする被処理体の載置装置6が収容されることになる。上記エッチング装置2は、R I E型のエッチング装置であり、上記処理室4は例えば円筒状の上部フレーム8と下部フレーム10とにより形成されており、これらフレーム8、10は電気的にアースされている。上部フレーム8の上部側壁には、これを貫通してガス導入路12が形成されると共にこの導入路12は処理ガス源(図示せず)に接続されている。また、上部フレーム8の他の下部側壁には、図示しない真空ポンプに接続されたガス排出路14が貫通して設けられている。

【0009】処理室4の真上には、例えば永久磁石のような磁界発生器16が設けられており、ウエハWに水平方向の磁界を印加するように構成されている。また、被処理体の載置装置6の載置台18は、ウエハWを直接載置する上部サセプタ20と下部サセプタ22とにより構成されている。そして、この上部サセプタ20と下部サセプタ22との間には、例えばセラミックヒータよりなるヒータ24が挿入されており、ウエハWの温度を制御し得るように構成されている。ウエハWは上部サセプタ20の上面にロードされてここに強固に保持される。この場合、上部サセプタ12の上面にウエハWを強固に保持するために、例えば静電チャックユニット(図示せず)が設けられている。上部サセプタ20は、下部サセプタ14に着脱可能にボルト28により取り付けられている。このように2つのサセプタ20、22が分離可能になされる理由は、上部サセプタ20が汚染等されたときに、高周波電源30が接続された下部サセプタ22をメンテナンスフリーとして上部サセプタ20のみを時々交換できるようにするためである。

【0010】上記ヒータ24は温度コントローラ32に電流調整器(SSR)34を介して接続されている。ヒータ24と上部サセプタ20の接触部近傍には、ヒータ24の外周を囲むようにリング36を保持する溝38が設けられている。そして、この下部サセプタ22の下部には、これに面接触させて内部にフロン等の作動流体42の充填されたヒートパイプ40が設けられると共にこのヒートパイプ40の下端には冷媒として例えば液体窒素44が収容された冷却手段、例えばクーリングジャケット46が設けられている。上記ヒートパイプ40は、熱伝導性の良好な材料、例えばアルミニウム等よりなり、その上部は例えば中空円板状に成形されて蒸発部40Aを構成し、その上面は下部サセプタ22の下面と熱伝導性良好に面接触されている。この円板状の蒸発部40Aの中心からは蒸発部に連通された中空の円筒体が下方向に向けて延在されており、その下端部は上記クーリングジャケット46内に挿入されて凝縮部40Cを構成している。

【0011】上部及び下部サセプタ20、22の側壁とヒートパイプ40の蒸発部40Aの底部と側壁は、絶縁フレーム26により完全に被われており、上部サセプタ20の上部表面のみを処理雰囲気曝されるようになっている。この絶縁フレーム26は、上記各部材の側壁を被う円筒状の側部絶縁フレーム26Aと、蒸発部40Aの底部を被う底部絶縁フレーム26Bとにより主に構成されている。この場合、側部絶縁フレーム26Aとしては高周波を絶縁するために低誘電率であって、しかも熱伝導率を抑制する材料、例えばSiO<sub>2</sub>等を用い、また、底部絶縁フレーム26Bとしては、高周波を絶縁するために低誘電率であって、しかも上下方向の熱伝導率を抑制する材料、例えばSiO<sub>2</sub>等を用いる。上部サセプタ20と側部絶縁フレーム26Aとの間にはリング48が介在されており、第1の間隙50がそれらの間に形成される。また、図1の実施例の場合のように空間58を真空状態にすることが可能であれば、クーリングジャケット46と底部絶縁フレーム26Bは真空断熱されており、この場合には低誘電率であることは必須条件であるけれども熱伝導率は必ずしも小さくする必要はない。上部及び下部サセプタ20、22の周辺部の表面及び側部絶縁フレーム26Aの側壁の内側面は、鏡面研磨されている。第1の間隙50内は、ほとんど真空になされており、熱抵抗を高く設定している。

【0012】また、ヒートパイプの蒸発部40Aと凝縮部40Cとの間に、断熱部を形成しないとヒートパイプの作動効率が低下してしまうため、底部断熱フレームは断熱材料で形成するのがよい。また、ヒートパイプの蒸発部40Aと底部絶縁フレーム26Bとの間及びこのフレーム26Bとクーリングジャケット46との間にはそれぞれ支持材51、56が介設されている。

【0013】尚、図示されていないが底部絶縁フレーム26Bの下方にはウエハWを押し上げるプッシュピンや制御用計測器等が設けられている。上記クーリングジャケット46は、底部絶縁フレーム26Bの真下に配置されており、その冷媒収容部60には液体窒素44が収容されている。上記クーリングジャケット46と液体窒素源62とは導入パイプ64と排出パイプ66とにより接続されており、導入パイプ64はジャケット20の底部に接続されると共に排出パイプ66の先端は液体窒素44の液面よりも上方に突出させて窒素ガスを排出するようになっている。主コントローラ68の出力部は、液体窒素源62の流量制御弁(図示せず)に接続されており、このコントローラ68からバルブ設定信号を流量制御弁に向けて出力するようになっている。

【0014】クーリングジャケット46の底部の内壁はボラス状になされており、核沸騰が起きるようになされており、その内部の液体窒素を-196℃に維持できる。クーリングジャケット46の冷媒収容部60に液体窒素を導入するための上記導入パイプ64は真空断熱管

により構成されており、この真空断熱管は金属により形成されて接地されている。上記フレーム8も接地され、反対の極性を有す電極は上部及び下部サセプタ20、22に接続され、高周波電源30をこれらの間に印加するようになっている。

【0015】また、複数の絶縁部材70がクーリングジャケット46と下部フレーム10の底部10Bとの間に介在されており、これらの間に第4の間隙72を形成するようになっている。一方、下部フレーム10の内側シリンダ10Aは下部フレーム10の底部10Bから上方へ延びており、クーリングジャケット46、側部絶縁フレーム26Aを囲むと共にこれらが処理雰囲気と曝されないように保護している。Oリング26は、側部絶縁フレーム26Aと内側シリンダ10Bとの間に挿入されており、第5の間隙78を形成するようになっている。下部絶縁フレーム26Aの周辺部の外側表面と内側シリンダ10Bの内側表面とは鏡面研磨されている。各Oリング36、48、76はテフロン樹脂或いはメタルシール等により形成される。また、第5の間隙78とその内側の第1の間隙50とは側部絶縁フレーム26Aに形成した連通孔77により連通されている。

【0016】クーリングジャケット46を支持する複数の絶縁部材70は相互に離間されている。従って、第4の間隙72と第5の間隙78は相互に連通されている。第5の間隙78は側部絶縁フレーム26Aとクーリングジャケット46が内側シリンダ10Bに接触しない限り、望ましくはできるだけ狭い方がよい。ガス排気路80は下部フレーム10の底部10Bを貫通して設けられ、この排気路80を介して第4及び第5の間隙72、78内を排気し得るように構成される。上部及び下部サセプタ20、22間には微小間隙(図示せず)が形成されており、この部分には自動圧力コントローラ(APC)82からガスを供給して熱抵抗を減少させている。ここで使用される熱伝達ガスは例えばヘリウムが使用されるが、化学的腐食を部材に生ぜしめず良好な熱伝導性を保持できる限り、ヘリウムに代えて例えばアルゴンガス、キセノンガス、窒素ガス、二酸化炭素等でもよい。ヘリウムガスの供給圧はAPC82により制御され、その圧力は0~760 Torr内に設定される。

【0017】実験によると、ガス圧力と熱抵抗との関係は、ガス圧が0~30 Torrの間においては熱抵抗は直線的に変化する。ヘリウムガスは、APC90からウエハWと上部サセプタ20の上部表面との間の間隙に供給し得るようになっている。上部及び下部サセプタ20、22及びクーリングジャケット46、下部フレーム10はアルミニウム合金により形成される。絶縁フレーム26はテフロン樹脂に代えてアルミナやAlN、窒化シリコン等により構成してもよい。

【0018】また、温度センサ94がウエハ温度を検出するために上部サセプタ20の上端部に埋め込まれ、セ

ンサ94により検出された温度を示す信号が温度コントローラ32へ供給される。この温度コントローラ32の出力ターミナルは電流調整器(SSR)34へ接続されている。このSSR34はヒータ24へ接続されており、ヒータ24へ供給する電流を制御する。温度コントローラ32の出力ターミナルは主コントローラ68の入力ターミナルへ接続されている。この温度コントローラ32は主コントローラ68を補助するように動作する補助コントローラとして動作する。

【0019】一方、図2にも示すように上記ヒートパイプ40の内壁面の全面には、海綿のように作動流体42をよく吸収して毛細管現象を生ぜしめる例えば金網のようなウィック96が形成されており、凝縮部40Cに貯留する作動流体42を毛細管現象により断熱部40Bを介して上方の蒸発部40Aへ供給するように構成されている。従って、ヒートパイプ40の下部の凝縮部40Cをクーリングジャケット46内の液体窒素44に浸漬させておくことにより、ウエハW側からの温熱により蒸発部40Aにて蒸発した作動流体42のガスはヒートパイプ40内を蒸気流となって流下して凝縮部40Cにて液体窒素44の冷熱により冷やされて再度凝縮液化するようになっている。ここで作動流体42としては、例えば作動温度範囲が-273~-70℃の場合にはHe、Ar、クリプトン、N<sub>2</sub>、メタン等を使用し、作動温度範囲が-70~+200℃の場合には、フロン、NH<sub>4</sub>、アセトン、メタノール、エタノール、ヘプタン、水等を使用する。

【0020】また、ウィック96としては、ステンレス鋼金網、発泡ニッケル、メタルウール、グラス繊維、炭素繊維、セラミック繊維等を使用することができる。このヒートパイプ40の材料としては、例えばアルミニウム、ステンレス、銅等を用い、特に、外部との熱の授受を行う上下端の作動部98、100は熱伝導性の良好な材料により構成する。更に、クーリングジャケット46の液体窒素44と直接接触することになる凝縮部40Cの外周壁102には、表面熱伝導率を向上させて核沸騰を促進するように図3(A)及び図3(B)に示すように核沸騰促進伝熱面104が形成される。この核沸騰促進伝熱面は、非常に温度差が小さくても熱流速を大きくとれ、その形成方法は、例えば図3(A)に示すように凝縮部40の外周壁102である液体窒素との接触面102に、アルミニウムやジュラルミン等の粉末をブラズマ溶射して溶融粒子106を形成することにより行う。この場合、溶融粒子の径を0.2~1.5mmに設定し、溶射層の厚さを0.3~1.0mmに、気孔率を5~25%程度に設定するのが好ましい。

【0021】また、他の形成方法としては、図3(B)に示すように外周壁102の液体窒素接触面103に旋盤加工等の機械加工により多数のフィン108を形成し、このフィン108を機械的に屈曲させてその先端部

を隣接するフィン108に接触させることにより内部に空洞110を形成するようにしてもよい。核沸騰促進伝熱面104の形成方法としては、上記したものに限定されず、他の方法、例えばボラスメッキ法、エッチング侵食法、プラスト形成法等のような方法を採用してもよい。ヒートパイプ自体は非常に熱応答性が良好であるが、上述のように核沸騰促進伝熱面102を形成することによりその熱応答性を一層大きくすることができ、ウエハWをより低温まで冷却することが可能となる。

【0022】次に、以上のように構成された本実施例の動作について説明する。本実施例では、上部フレーム8を接地し、上部及び下部のサセプタ20、22にRF電源を供給することにより対向電極を構成し、RIE方式のプラズマエッチング装置を構成している。また、前記ウエハWと対向する位置であって、前記処理室4の上方にて永久磁石を回転し、ウエハWの近傍にその面と平行な磁場を形成することで、マグネトロンエッチング装置を構成している。そして、処理室4内を真空引きした状態にて、エッチングガスを導入し、上記対向電極間にエッチングガスによるプラズマを生成している。更に、ウエハWの近傍に水平磁場を形成することで、イオンの飛翔方向がウエハW表面に垂直となり、異方性の高いエッチングが実現できる。この場合、処理室4内はガス排出路14を介して真空引きされ、例えば $10^{-2} \sim 10^{-3}$  Torr程度の圧力に維持される。

【0023】ここで、上記のマグネトロンプラズマエッチングを行うに際して、被処理体であるウエハWはクーリングジャケット46の-196℃の液体窒素44の冷却により、ヒートパイプ40、下部サセプタ22及び上部サセプタ20を介して冷却されている。また、この時のウエハ温度は温度センサ94により検出されて温度圧力コントローラ82へ入力されており、電流調整器34を介して設定値、例えば-156℃を維持すべくヒータ24の加熱量を調整する。

【0024】エッチング処理の間において、ウエハWは高周波エネルギーをプラズマから受けて加熱されるが、この温熱は上部サセプタ20、下部サセプタ22を介してヒートパイプ40の蒸発部40Aへ伝達される。一方、このヒートパイプ40内の凝縮部40Cの液状の作動流体42は毛細管現象によってウィック96に沿って液流となって上昇して蒸発部40Aに至る。この蒸発部40Aにて下部サセプタ22から温熱を受けて液状の作動流体42は蒸発して気化し、蒸気流112となって下方に流下して行き、凝縮部40Cにて冷熱を受けて再度凝縮し液化される。このように、蒸発・凝縮を循環する作動流体42の作用によりクーリングジャケット46内の液体窒素44の冷却が上部及び下部サセプタ20、22、ウエハW側へ供給され、最終的にウエハWを所定の温度まで冷却することができる。

【0025】また、凝縮部40Cの周囲に貯留する液体

窒素44と接する外側壁102は、図3に示すように核沸騰促進伝熱面104として構成されているのでこの部分における温度差が僅かであっても液体窒素44の冷却を効率的にヒートパイプ40の作動流体42に伝えることができ、この部分における熱抵抗を小さくすることができる。従って、熱応答性が良好で熱伝達効率の良好なヒートパイプ40を使用して液体窒素44の冷却をウエハW側まで伝達して、ウエハWを冷却するようにしたので、従来装置では熱抵抗が大き過ぎて実現し得なかった冷却温度、例えば-156℃程度までウエハWを冷却することができる。例えば従来装置においては、-196℃の液体窒素を冷却媒体として使用した場合には、ウエハWを-110℃程度までしか冷却し得なかったが、本発明のように熱応答性の良好なヒートパイプ40を用いた場合には-160℃程度まで冷却することができた。従って、半導体デバイスの集積度が16M、32M、64Mと微細化されるにつれ、配線部(A1)も微細となるが、これに対応したプラズマエッチング処理が可能となる。

【0026】また、上述のようにヒートパイプ40の熱応答性が良好なことから、上部サセプタ20の上部平面における断面均熱性が良好となり、ウエハWの面内を均一に冷却することができ、しかも温度制御性、特にダイナミック特性も改善することができる。また、作動流体42を冷却することにより気化した冷却収容部60内の窒素ガスは、排出パイプ66を介して液体窒素源62へ送出され、大気中に放出されるか或いは再液化されて使用される。

【0027】また、ヘリウムガス等の熱伝導媒体は上部及び下部サセプタ20、22の接合部に形成した溝38及びウエハWのチャック部にも供給されており、その圧力はAPC82、90により制御されて所望の熱抵抗値が選択される。そして、サセプタ20、22、側部絶縁フレーム26A、内側シリンダ10B相互間に形成された第1の間隙50、第5の間隙78及びクーリングジャケット46の下部に形成された第4の間隙72内はガス排気路を介して真空引きされているので熱抵抗は高くなっている。また、第2及び第3の間隙52、58も同様に真空排気されて真空断熱が図られている。また、上部サセプタ20及び下部サセプタ22間の熱抵抗を変化させるには、これらの間を締め付けるボルト28の締め付け力を調整するか、これらの間隙に特定の熱伝導率を持った物質(個体)を挿入してこれらの接触状態を変化させるようにしてもよい。

【0028】また、エッチング処理すべき対象がSiO<sub>2</sub>層、ポリシリコン等のように異なることに対応して冷却温度を変えるが、クーリングジャケット46による冷却力が強過ぎる場合或いは冷却温度を調整する場合には、ヒータ24を適宜駆動することによりウエハWを所定の冷却温度に設定する。更に、下部サセプタ22とヒ

ートパイプ40との間の熱抵抗を小さくするために、これらの接触面の機械加工精度を高くしてその表面に例えば数 $\mu\text{m}$ 以上の金メッキ等を施すようにしてもよい、或いはこれらの接合面間にインジウム等の箔を介在させて密着性を良好にするようにしてもよい。

【0029】また、ウエハWの温度を制御する場合には、冷媒収容部60内に液面検知センサ（図示せず）を設けておき、このセンサの出力値に基づいて導入パイプ64に設けた制御弁116の開度調整を行うことによりクーリングジャケット46内の液体窒素44の液面レベルを制御し、凝縮部40Cの浸漬面積を変化させることにより熱流束を変化させるようにしてもよい。尚、上記実施例にあってはヒートパイプ40の上部中央部より下方に向けて流路を形成したが、これに限定されず、例えば図4及び図5に示すように構成してもよい。すなわち、図4に示す装置においては下方に延びる流路120の直径を小さくすると共にこの流路120を円形蒸発部40Aの周縁部に位置させて蒸発部40Aの直下近傍に測定器等の設置スペース122を形成している。そして、上記流路120の下端に接続される凝縮部40Cの容積を大きく設定する。そして、蒸発部40A、凝縮部40C及び断熱部40Bを構成する流路120の内壁には前記と同様にウィック96を形成し、蒸発部40A内からの蒸気流112を上記流路120内に沿ってを流下させる。

【0030】また、図5に示す装置にあっては蒸発部40Aの両端に複数、例えば2つの流路122、124を形成し、これら流路122、124の下端部を凝縮部40Cにより連結する。そして、一方の流路122、蒸発部40A、凝縮部40Cの各内面にウィック96を形成し、他方の流路124の内面にはウィックを設けないようにする。これによれば、作動流体42の液流126はウィック96を設けた流路122内を上昇し、他方、作動流体の蒸気流112は他方の流路124内を流下するので全体として循環経路が形成されることになる。従って、ウィック96を設けた流路122内を上昇する液流126に蒸気流による逆方向の力が作用せず、ヒートパイプの熱応答性を一層向上させることができる。

【0031】また、上記一方の流路124にパイプ128を介してベローズ130を接続して、これを図示しないアクチュエータにより伸縮させてヒートパイプ内の圧力を変化させることにより作動流体42の作動温度範囲を変化させることができる。尚、上記実施例にあって

は、本発明に係る被処理体の載置装置をプラズマエッチング装置に適用した場合について説明したが、これに限定されず、被処理体を低温状態で処理乃至観察する必要のある装置、例えばアッシング装置、CVD装置、プローバ装置、イオン打込み装置、SEM装置等の微小試料観察装置等にも適用し得るのは勿論である。また、被処理体としてはウエハに限定されず、また冷却媒体としては液体窒素に限定されないのも勿論である。

【0032】

10 【発明の効果】以上説明したように、本発明の被処理体の載置装置によれば、次のような優れた作用効果を発揮することができる。熱応答性の良好なヒートパイプを用いるようにしたので、被処理体を効率的に低温まで冷却することができる。また、上記した理由により被処理体の断面均熱性を向上させることができるのみならず、温度制御性も向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の被処理体の載置装置を適用したプラズマエッチング装置を示す断面図である。

20 【図2】図1に示すプラズマエッチング装置内の被処理体の載置装置を示す断面図である。

【図3】ヒートパイプに施される核沸騰促進伝熱面を形成する方法を説明する説明図である。

【図4】本発明の他の実施例を示す断面図である。

【図5】本発明の更に他の実施例を示す断面図である。

【符号の説明】

|     |                  |
|-----|------------------|
| 2   | プラズマエッチング装置      |
| 4   | 処理室              |
| 6   | 被処理体の載置装置        |
| 30  | 載置台              |
| 20  | 上部サセプタ           |
| 22  | 下部サセプタ           |
| 26  | 絶縁フレーム           |
| 30  | 高周波電源            |
| 40  | ヒートパイプ           |
| 40A | 蒸発部              |
| 40B | 断熱部              |
| 40C | 凝縮部              |
| 42  | 作動流体             |
| 40  | 44 液体窒素（冷媒）      |
| 46  | クーリングジャケット（冷却手段） |
| 96  | ウィック             |
| W   | 半導体ウエハ（被処理体）     |



PAT-NO: JP405315293A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 05315293 A  
TITLE: PLACING DEVICE FOR OBJECT TO BE PROCESSED  
PUBN-DATE: November 26, 1993

INVENTOR-INFORMATION:

NAME  
KOMINO, MITSUAKI

ASSIGNEE-INFORMATION:

|                    |         |
|--------------------|---------|
| NAME               | COUNTRY |
| TOKYO ELECTRON LTD | N/A     |

APPL-NO: JP04140139

APPL-DATE: May 2, 1992

INT-CL (IPC): H01L021/302, H01L021/68

US-CL-CURRENT: 312/236

ABSTRACT:

PURPOSE: To efficiently cool an object to be processed by bringing the object into contact with one end of a heat pipe filled with a working fluid so as to transfer the heat of the object to the other end of the heat pipe and, at the same time, the other end of the heat pipe into contact with the coolant of a cooling means.

CONSTITUTION: A heat pipe 40 filled with a working fluid 42, such as FreonR, etc., is provided below the lower susceptor 22 of a stage 18 in a processing chamber in a state where the pipe 40 is brought into face-contact with the susceptor 22 and, at the same time, the lower end section of the pipe 40 is inserted into a cleaning jacket 46 so as to constitute a condensing section 40C. While a wafer W is heated during an etching process, the heat of the wafer W is transferred to the evaporating section 40a of the pipe 40 through an upper susceptor 20 and the lower susceptor 22. The fluid 42 in the pipe 40 ascends along a wick 96 by a capillary phenomenon and reaches the section 40A. In the section 40a, the fluid 42 vaporizes upon receiving the heat from the susceptor 22 and flows down to the section 40C as a vapor flow 112. In the section 40C, the vapor is liquefied.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the installation equipment of a processed object.

[0002]

[Description of the Prior Art] The plasma etching system which generally etches into the bottom of reduced pressure the wafer which is a processed object as equipment which performs some processes of a semi-conductor production process using the activity plasma is known. Although this kind of etching is the approach of processing a pattern perpendicular to a mask when the ion in the gas plasma carries out incidence at right angles to a wafer front face, since the radical which carries out incidence to a wafer from arbitration also exists in the gas plasma, it may produce side etching. In order to prevent this side etching, in order to optimize etching conditions, selection of etching gas, selection of mixed gas, low-gas-pressure force-ization, etc. have been performed until now.

[0003] However, by these approaches, since it is based on reduction of the number of radicals, and the increment in ion energy, processing takes long duration or problems, like the process which an etch rate falls, and a selection ratio with a photoresist falls, and forms a dry etching-proof nature mask is needed have occurred. That is, it was difficult to fulfill a high anisotropy, a high etch rate, and high selectivity to coincidence, and it had become etching at the sacrifice of either. Under such a situation, the low-temperature dry etching which performs etching processing where wafer temperature is maintained at low temperature appeared. In this kind of low-temperature dry etching, the cooling means is formed in the installation equipment which carries out installation immobilization of the processed object, and the laid wafer is cooled. Although the laying temperature of wafer cooling is -60 degrees C - about -100 degrees C in the present condition, low-temperature-treatment-ization of a wafer progressing increasingly from now on, for example, setting it as no less than -150 degrees C low temperature is also expected. In order to perform such high cooling, it is necessary to use the liquid nitrogen which can maintain -196-degree C low temperature as a cooling medium also in consideration of a heat transfer loss.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, although it is common to constitute so that the hold section which holds a cooling medium down the installation base of a wafer may be prepared and a wafer may be cooled by future cold energy when using liquid nitrogen etc. as a cooling medium Since it is necessary to establish the pusher pin and various kinds of system of measurement which appear in the vertical direction of an installation base frequently when performing the insulating material for severing the effect of a RF, delivery of a wafer, etc., the lower part of the installation base of a wafer must be made to estrange the hold section of the above-mentioned cooling medium from an installation base, and it must be installed in it. In this case, although the thermally conductive good ingredient was made to intervene between an installation base and the hold section of a cooling medium comparatively, it not only cannot fully cool the wafer itself, but the thermal resistance of the above-mentioned insulating material etc. was comparatively large, and it still had the improving point that the temperature control

nature of the wafer itself was not enough, either. Furthermore, since the above inclusion existed, the radial-temperature-uniformity nature of a wafer also had the improving point of not being good. This invention is originated paying attention to the above troubles that this should be solved effectively. The purpose of this invention is by using a heat pipe to offer the installation equipment of the processed object which raised heat-conducting characteristic.

[0005]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned trouble, this invention is contacted by the other end of the installation base in which a processed object is laid, the heat pipe with which it filled up with the working fluid to contact an end on said installation base and carry the warm temperature of said processed object to the interior at the other end, and said heat pipe, and is equipped with a cooling means to have the refrigerant which discharges said carried warm temperature.

[0006]

[Function] Since the other end of this heat pipe is touched by the refrigerant of a cooling means while the processed object by which installation immobilization was carried out on the installation base is contacted by the end of the heat pipe which filled up the interior with the working fluid, since this invention was constituted as mentioned above, the warm temperature of the above-mentioned processed object is taken by evaporation of a working fluid, this is cooled, and it is cooled with the refrigerant of the other end, and the steam of a working fluid is re-condensed, and serves as a liquid again. Thus, when the working fluid in a heat pipe repeats and circulates through evaporation and condensation, the warm temperature of a processed object will be carried to a cooling means side, and will cool a processed object efficiently.

[0007]

[Example] Below, one example of the installation equipment of the processed object concerning this invention is explained in full detail based on an accompanying drawing. The sectional view showing the plasma etching system with which drawing 1 applied the installation equipment of the processed object of this invention, and drawing 2 are the sectional views showing the installation equipment of the processed object in the plasma-etching installation shown in drawing 1. In this example, the case where the installation equipment of a processed object is applied to a plasma etching system is explained.

[0008] First, the wafer loading port and wafer unloading port (not shown) of a plasma etching system 2 are connected to the load lock chamber (not shown), and it is made possible by closing motion with the gate valve (not shown) between each load lock chamber. And the semi-conductor wafer W which is a processed object will be introduced into the processing room 4 of a plasma etching system 2 through each load lock chamber and a gate valve, or it will be constituted so that it can discharge from this, and the installation equipment 6 of the processed object by which it is characterized [ of this invention ] will be held in this processing room 4. The above-mentioned etching system 2 is an etching system of a RIE mold, the above-mentioned processing room 4 is formed of cylinder-like the up frame 8 and the lower frame 10, and these frames 8 and 10 are grounded electrically. While penetrating this and forming the gas installation way 12, this introductory way 12 is connected to the up side attachment wall of the up frame 8 in the source of raw gas (not shown). Moreover, the gas exhaust passage 14 connected to the vacuum pump which is not illustrated is penetrated and established in other lower side attachment walls of the up frame 8.

[0009] Right above the processing room 4, a field generator 16 like a permanent magnet is formed, and it is constituted so that a field horizontal to Wafer W may be impressed. Moreover, the installation base 18 of the installation equipment 6 of a processed object is constituted by the up susceptor 20 and the lower susceptor 22 which lay Wafer W directly. And between this up susceptor 20 and the lower susceptor 22, the heater 24 which consists of a ceramic heater is inserted, and it is constituted so that the temperature of Wafer W can be controlled. Wafer W is loaded to the top face of the up susceptor 20, and is held firmly here. In this case, in order to hold Wafer W firmly on the top face of the up susceptor 12, the electrostatic chuck unit (not shown) is prepared. The up susceptor 20 is attached in the lower susceptor 14 with the bolt 28 removable. Thus, the reason two susceptors 20 and 22 are made disengageable is because the up susceptor 20 can sometimes exchange only the up susceptor 20 by

making into a maintenance free the lower susceptor 22 to which RF generator 30 was connected when contamination etc. is carried out.

[0010] The above-mentioned heater 24 is connected to the temperature controller 32 through the current regulator (SSR) 34. Near the contact section of a heater 24 and the up susceptor 20, the slot 38 which holds O ring 36 so that the periphery of a heater 24 may be surrounded is formed. And while the heat pipe 40 with which this was made to carry out field contact, and was filled up with the working fluids 42, such as Freon, inside is formed in the lower part of this lower susceptor 22, a cooling means 46, for example, a cooling jacket, by which liquid nitrogen 44 was held is formed in the lower limit of this heat pipe 40 as a refrigerant. The above-mentioned heat pipe 40 consists of a thermally conductive good ingredient, for example, aluminum etc., the upper part is fabricated by for example, hollow disc-like, and constitutes evaporator 40A, and interview contact of the top face is carried out at the inferior surface of tongue and the thermally conductive fitness of the lower susceptor 22. From the core of this disc-like evaporator 40A, the cylinder object of the hollow opened for free passage by the evaporator has extended towards down, and that lower limit section is inserted into the above-mentioned cooling jacket 46, and constitutes condensation section 40C.

[0011] The upper part and the side attachment wall of the lower susceptors 20 and 22 and the pars basilaris ossis occipitalis of evaporator 40A of a heat pipe 40, and the side attachment wall are completely covered with the insulating frame 26, and only the up front face of the up susceptor 20 is put to a processing ambient atmosphere. This insulating frame 26 is mainly constituted by flank insulation frame 26A of the shape of a cylinder which covers the side attachment wall of the above-mentioned each part material, and pars-basilaris-ossis-occipitalis insulation frame 26B which covers the pars basilaris ossis occipitalis of evaporator 40A. in this case, the ingredient 2 which is a low dielectric constant in order to insulate a RF as flank insulation frame 26A, and moreover controls thermal conductivity, for example, SiO, etc. -- the ingredient 2 which is a low dielectric constant in order to use and to insulate a RF as pars-basilaris-ossis-occipitalis insulation frame 26B, and moreover controls the thermal conductivity of the vertical direction, for example, SiO, etc. -- it uses. O ring 48 intervenes between the up susceptor 20 and flank insulation frame 26A, and the 1st gap 50 is formed among them. Moreover, if it is possible to make space 58 into a vacua like [ in the case of the example of drawing 1 ], vacuum insulation of the cooling jacket 46 and the pars-basilaris-ossis-occipitalis insulation frame 26B is carried out, and although it is an indispensable condition, thermal conductivity does not necessarily have to make it small that it is a low dielectric constant in this case. Mirror polishing of the front face of the upper part and the periphery of the lower susceptors 20 and 22 and the medial surface of the side attachment wall of flank insulation frame 26A is carried out. Most inside of the 1st gap 50 is made by the vacuum, and has set up thermal resistance highly.

[0012] Moreover, since the actuation effectiveness of a heat pipe will fall if the heat insulation section is not formed between evaporator 40A of a heat pipe, and condensation section 40C, a pars-basilaris-ossis-occipitalis heat insulation frame is good to form with an insulator. Moreover, between evaporator 40A of a heat pipe, and pars-basilaris-ossis-occipitalis insulation frame 26B, and between this frame 26B and the cooling jacket 46, supporting material 51 and 56 is interposed, respectively.

[0013] In addition, although not illustrated, a pusher pin, a measuring instrument for control, etc. which push up Wafer W under the pars-basilaris-ossis-occipitalis insulation frame 26B are formed. The above-mentioned cooling jacket 46 is arranged just under pars-basilaris-ossis-occipitalis insulation frame 26B, and liquid nitrogen 44 is held in the refrigerant hold section 60. The introductory pipe 64 and the discharge pipe 66 connect, and the introductory pipe 64 makes the tip of the discharge pipe 66 project more nearly up than the oil level of liquid nitrogen 44, and, as for the above-mentioned cooling jacket 46 and the source 62 of liquid nitrogen, discharges nitrogen gas while connecting with the pars basilaris ossis occipitalis of a jacket 20. It connects with the flow control valve (not shown) of the source 62 of liquid nitrogen, and from this controller 68, the output section of the main controller 68 turns a bulb setting signal to a flow control valve, and outputs it.

[0014] The wall of the pars basilaris ossis occipitalis of the cooling jacket 46 is made by the shape of porous one, is made as [ occur / nucleate boiling ], and can maintain the liquid nitrogen of the interior at

-196 degrees C. The above-mentioned introductory pipe 64 for introducing liquid nitrogen into the refrigerant hold section 60 of the cooling jacket 46 is constituted by vacuum insulation tubing, and this vacuum insulation tubing is formed with a metal, and is grounded. The above-mentioned frame 8 is also grounded, it connects with the upper part and the lower susceptors 20 and 22, and the electrode with an opposite polarity impresses RF generator 30 among these.

[0015] Moreover, two or more insulating members 70 intervene between the cooling jacket 46 and pars-basilaris-ossis-occipitalis 10B of the lower frame 10, and form the 4th gap 72 among these. On the other hand, inside cylinder 10A of the lower frame 10 is prolonged upwards from pars-basilaris-ossis-occipitalis 10B of the lower frame 10, and it is protected so that these may not be put to a processing ambient atmosphere, while it surrounds the cooling jacket 46 and flank insulation frame 26A. O ring 26 is inserted between flank insulation frame 26A and inside cylinder 10B, and forms the 5th gap 78.

Mirror polishing of the outside front face of the periphery of lower insulation frame 26A and the inside front face of inside cylinder 10B is carried out. O rings 36, 48, and 76 each are formed with Teflon resin or a metal seal. Moreover, the 5th gap 78 and the 1st gap 50 of the inside are opened for free passage with the free passage hole 77 formed in flank insulation frame 26A.

[0016] Two or more insulating members 70 which support the cooling jacket 46 are estranged mutually. Therefore, the 4th gap 72 and 5th gap 78 are opened for free passage mutually. Unless flank insulation frame 26A and the cooling jacket 46 contact inside cylinder 10B, the narrower desirable possible one of the 5th gap 78 is good. The flueing way 80 penetrates pars-basilaris-ossis-occipitalis 10B of the lower frame 10, is prepared, and it is constituted so that the inside of the 4th and 5th gaps 72 and 78 can be exhausted through this exhaust air way 80. The minute gap (not shown) is formed between the upper part and the lower susceptor 20, and 22, gas is supplied to this part from the automatic pressure controller (APC) 82, and thermal resistance is decreased. Although helium is used, as long as it does not make a member produce chemical corrosion but good thermal conductivity can be held, the heat transfer gas used here may be replaced with helium, for example, argon gas, xenon gas, nitrogen gas, a carbon dioxide, etc. are sufficient as it. The supply pressure of gaseous helium is controlled by APC82, and the pressure is set up in 0 - 760Torr.

[0017] As for thermal resistance, according to the experiment, in the relation between gas pressure and thermal resistance, gas pressure changes linearly between 0 - 30Torr(s). Gaseous helium can be supplied now to the gap between Wafer W and the up front face of the up susceptor 20 from APC90. The upper part, the lower susceptors 20 and 22 and the cooling jacket 46, and the lower frame 10 are formed with an aluminium alloy. The insulating frame 26 may be replaced with Teflon resin, and an alumina, AlN, silicon nitride, etc. may constitute it.

[0018] Moreover, in order that a temperature sensor 94 may detect wafer temperature, it is embedded in the upper limit section of the up susceptor 20, and the signal which shows the temperature detected by the sensor 94 is supplied to a temperature controller 32. The output terminal of this temperature controller 32 is connected to the current regulator (SSR) 34. It connects with the heater 24 and this SSR34 controls the current supplied to a heater 24. The output terminal of a temperature controller 32 is connected to the input terminal of the main controller 68. This temperature controller 32 operates as an auxiliary controller which operates so that the main controller 68 may be assisted.

[0019] On the other hand, as shown also in drawing 2, a wick 96 like a wire gauze which a working fluid 42 is well absorbed [ wick ] like sponge all over the internal surface of the above-mentioned heat pipe 40, and makes capillarity produce is formed, for example, and it is constituted so that the working fluid 42 stored in condensation section 40C may be supplied to upper evaporator 40A through heat insulation section 40B by capillarity. Therefore, by making condensation section 40C of the lower part of a heat pipe 40 immersed in the liquid nitrogen 44 in the cooling jacket 46, the gas of the working fluid 42 which evaporated in evaporator 40A by the warm temperature from Wafer W side serves as a steamy style, flows down the inside of a heat pipe 40, is cooled by the cold energy of liquid nitrogen 44 in condensation section 40C, and is condensate-ized again. As a working fluid 42, when an actuation temperature requirement is -273--70 degree C, for example, helium, Ar, a krypton, N2, methane, etc. are used here, and when an actuation temperature requirement is -70-+200 degrees C, Freon, NH4, an

acetone, a methanol, ethanol, a heptane, water, etc. are used.

[0020] Moreover, as a wick 96, a stainless steel wire gauze, foaming nickel, a metal wool, glass fiber, a carbon fiber, ceramic fiber, etc. can be used. For example, a thermally conductive good ingredient constitutes especially the actuation section 98,100 of the vertical edge which delivers and receives heat with the exterior, using aluminum, stainless steel, copper, etc. as an ingredient of this heat pipe 40.

Furthermore, as it indicates drawing 3 (A) and drawing 3 (B) that surface thermal conductivity is raised and nucleate boiling is promoted, the nucleate-boiling promotion heating surface 104 is formed in the peripheral wall 102 of condensation section 40C which will contact the liquid nitrogen 44 of the cooling jacket 46, and directly. This nucleate-boiling promotion heating surface can take the large heat rate of flow, even if a temperature gradient is very small, and that formation approach is performed by carrying out the plasma metal spray of the powder, such as aluminum and duralumin, to the contact surface 102 with the liquid nitrogen which is the peripheral wall 102 of the condensation section 40 as shown in drawing 3 (A), and forming the melting particle 106 in it. In this case, it is desirable to set the path of a melting particle as 0.2-1.5mm, to set up the thickness of a thermal-spraying layer as 0.3-1.0mm, and to set up porosity to about 5 - 25%.

[0021] Moreover, as other formation approaches, as shown in drawing 3 (B), many fins 108 are formed in the liquid nitrogen contact surface 103 of a peripheral wall 102 by machining of engine-lathe processing etc., and you may make it form a cavity 110 in the interior by making the fin 108 which this fin 108 is made crooked mechanically and adjoins that point contact. As the formation approach of the nucleate-boiling promotion heating surface 104, it is not limited to the above-mentioned thing, but what kind of approaches, such as other approaches, for example, porous plating, the etching eating method, and the blasting forming method, may be adopted. Although the heat pipe itself has very good heat responsibility, by forming the nucleate-boiling promotion heating surface 102 as mentioned above, the heat responsibility can be enlarged further and it becomes possible to cool Wafer W to low temperature more.

[0022] Next, actuation of this example constituted as mentioned above is explained. The up frame 8 is grounded, by supplying RF power source to the susceptors 20 and 22 of the upper part and the lower part, a counterelectrode is constituted and the plasma etching system of a RIE method consists of this examples. Moreover, it is said wafer W and the location which counters, and a permanent magnet is rotated in the upper part of said processing room 4, and the magnetron etching system consists of forming a magnetic field parallel to the field near the wafer W. And where vacuum suction of the inside of the processing room 4 is carried out, etching gas is introduced, and the plasma by etching gas is generated between the above-mentioned counterelectrodes. Furthermore, by forming a level magnetic field near the wafer W, the flight direction of ion becomes perpendicular to a wafer W front face, and high etching of an anisotropy can be realized. In this case, vacuum suction of the inside of the processing room 4 is carried out through the gas exhaust passage 14, for example, it is maintained by the pressure of 10<sup>-2</sup> - 10<sup>-3</sup>Torr extent.

[0023] Here, it faces performing the above-mentioned magnetron plasma etching, and the wafer W which is a processed object is cooled by cooling of the liquid nitrogen 44 of -196 degrees C of 46 cooling jackets through the heat pipe 40, the lower susceptor 22, and the up susceptor 20. Moreover, the wafer temperature at this time is detected by the temperature sensor 94, is inputted into the temperature pressure controller 82, and adjusts the amount of heating of a heater 24 that the set point, for example, -156 degrees C, should be maintained through a current regulator 34.

[0024] Although Wafer W is heated in response to radio-frequency energy from the plasma between etching processings, this warm temperature is transmitted to evaporator 40A of a heat pipe 40 through the up susceptor 20 and the lower susceptor 22. On the other hand, by capillarity, along with a wick 96, the liquefied working fluid 42 of condensation section 40C in this heat pipe 40 serves as a liquid flow, goes up, and results in evaporator 40A. It becomes the steamy style 112, in this evaporator 40A, in response to warm temperature, the liquefied working fluid 42 evaporates from the lower susceptor 22, and it evaporates, it flows down caudad and goes, and in condensation section 40C, in response to cold energy, it condenses again and is liquefied. Thus, cooling of the liquid nitrogen 44 in the cooling jacket

46 is supplied to upper part and lower susceptor 20 and 22, and Wafer W side by operation of the working fluid 42 which circulates through evaporation and condensation, and, finally Wafer W can be cooled to predetermined temperature.

[0025] Moreover, since the paries lateralis orbitae 102 which touches the liquid nitrogen 44 stored in the perimeter of condensation section 40C is constituted as the nucleate-boiling promotion heating surface 104 as shown in drawing 3, even if its temperature gradients in this part are few, it can tell cooling of liquid nitrogen 44 efficiently to the working fluid 42 of a heat pipe 40, and it can make thermal resistance in this part small. Therefore, heat responsibility is good, and to the cooling about temperature which could not be realized by thermal resistance being too large, for example, -156 degrees C, since cooling of liquid nitrogen 44 is transmitted to Wafer W side using the heat pipe 40 with good heat transfer effectiveness and Wafer W was cooled, with equipment, Wafer W can be cooled conventionally. For example, conventionally, when -196-degree C liquid nitrogen was used as a cooling medium in equipment, even about -110 degrees C even of wafers could not cool W, but when the good heat pipe 40 of heat responsibility was used like this invention, it was able to cool to about -160 degrees C. Therefore, although the wiring section (aluminum) becomes detailed as the degree of integration of a semiconductor device is made detailed with 16M, 32M, and 64M, the plasma-etching processing corresponding to this is attained.

[0026] Since the heat responsibility of a heat pipe 40 is good as mentioned above, the radial-temperature-uniformity nature in the up flat surface of the up susceptor 20 can become good, can cool the inside of the field of Wafer W to homogeneity, and, moreover, can also improve temperature control nature, especially a dynamic property. or [ moreover, / being emitted into atmospheric air by sending out the nitrogen gas in the cooling hold section 60 evaporated by cooling a working fluid 42 through the discharge pipe 66 to the source 62 of liquid nitrogen ] -- or it is used, carrying out a reliquefaction.

[0027] Moreover, heat-conduction media, such as gaseous helium, are supplied also to the slot 38 formed in the upper part and the joint of the lower susceptors 20 and 22, and the chuck section of Wafer W, the pressure is controlled by APC 82 and 90, and a desired thermal resistance value is chosen. And since vacuum suction of the inside of the 4th gap 72 formed in the lower part of susceptors 20 and 22, flank insulation frame 26A, the 1st gap 50 formed between inside cylinder 10B, the 5th gap 78, and the cooling jacket 46 is carried out through the flueing way, thermal resistance is high. Moreover, evacuation also of the 2nd and 3rd gaps 52 and 58 is carried out similarly, and vacuum insulation is planned. Moreover, in order to change the thermal resistance between the up susceptor 20 and the lower susceptor 22, the matter (individual) which adjusted the bolting force of the bolt 28 which binds between these tight, or had specific thermal conductivity in these gaps is inserted, and you may make it change these contact conditions.

[0028] Moreover, the object which should carry out etching processing is SiO<sub>2</sub>. Although cooling temperature is changed corresponding to differing like a layer and polish recon, when the cooling power by the cooling jacket 46 is too strong, or in adjusting cooling temperature, it sets Wafer W as predetermined cooling temperature by driving a heater 24 suitably. Furthermore, in order to make small thermal resistance between the lower susceptor 22 and a heat pipe 40, machining precision of these contact surfaces is made high, and may be made to perform gold plate of several micrometers or more etc. to the front face, or foils, such as an indium, are made to intervene among these planes of composition, and it may be made to make adhesion good.

[0029] Moreover, when controlling the temperature of Wafer W, the oil-level level of the liquid nitrogen 44 in the cooling jacket 46 is controlled, and you may make it change thermal flux by changing the immersion area of condensation section 40C by performing opening adjustment of the control valve 116 which forms the oil-level detection sensor (not shown) in the refrigerant hold section 60, and was prepared in the introductory pipe 64 based on the output value of this sensor. In addition, if it was in the above-mentioned example, from the up center section of the heat pipe 40, it turned caudad and passage was formed, but as it is not limited to this, for example, is shown in drawing 4 and drawing 5, you may constitute. That is, while making small the diameter of the passage 120 which extends caudad in the equipment shown in drawing 4, this passage 120 is located in the periphery section of circular

evaporator 40A, and the installation tooth spaces 122, such as a measuring instrument, are formed near directly under [ of evaporator 40A ]. And the volume of condensation section 40C connected to the lower limit of the above-mentioned passage 120 is set up greatly. And a wick 96 is formed in the wall of the passage 120 which constitutes evaporator 40A, condensation section 40C, and heat insulation section 40B like the above, and the steamy style 112 out of evaporator 40A is made to flow down \*\*\*\*\* in the above-mentioned passage 120.

[0030] Moreover, if it is in the equipment shown in drawing 5, plurality 122 and 124, for example, two passage, is formed in the both ends of evaporator 40A, and the lower limit section of these passage 122 and 124 is connected by condensation section 40C. And a wick 96 is formed in each inside of one passage 122, evaporator 40A, and condensation section 40C, and it is made not to prepare a wick in the inside of the passage 124 of another side. According to this, since the liquid flow 126 of a working fluid 42 goes up the inside of the passage 122 in which the wick 96 was formed and another side and the steamy style 112 of a working fluid flow down the inside of the passage 124 of another side, a circulation path will be formed as a whole. Therefore, the force of the hard flow by the steamy style cannot act on the liquid flow 126 which goes up the inside of the passage 122 in which the wick 96 was formed, but the heat responsibility of a heat pipe can be raised further.

[0031] Moreover, bellows 130 can be connected to above-mentioned one passage 124 through a pipe 128, and the actuation temperature requirement of a working fluid 42 can be changed by making it expand and contract with the actuator which does not illustrate this, and changing the pressure in a heat pipe. In addition, although the case where the installation equipment of the processed object concerning this invention was applied to a plasma etching system was explained if it was in the above-mentioned example, of course, it can apply to minute sample observation equipments, such as equipment with the need of it not being limited to this, but processing thru/or observing a processed object in the state of low temperature, for example, an ashing device, a CVD system, prober equipment, ion implantation equipment, and SEM equipment, etc. Moreover, as a processed object, it is not limited to a wafer, and, of course, is not limited to liquid nitrogen as a cooling medium, either.

[0032]

[Effect of the Invention] As explained above, according to the installation equipment of the processed object of this invention, the following outstanding operation effectiveness can be demonstrated. Since the good heat pipe of heat responsibility was used, a processed object can be efficiently cooled to low temperature. Moreover, it not only can raise the radial-temperature-uniformity nature of a processed object for the above-mentioned reason, but it can raise temperature control nature.

---

[Translation done.]



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**